

Filter paper for water purification

Patent Number: DE19834916

Publication date: 1999-03-11

Inventor(s):

Applicant(s): HAAS RAINER DR (DE); OESTE FRANZ DIETRICH (DE)

Requested

Patent: DE19834916

Application

Number: DE19981034916 19980803

Priority Number (s): DE19981034916 19980803; DE19972016118U 19970909; DE19971050124 19971113; DE19981005992 19980215; DE19981017395 19980420

IPC

Classification: B01J20/28; C02F1/28; B01D29/07; A47J31/08

EC

Classification: B01J20/22, B01J20/32, C02F1/28B, A47J31/08, B01D39/18, B01J20/06, B01J20/08, B01J20/24, B01J20/28, C02F1/00D2, C02F1/28H

Equivalents:

Abstract

Water purification filter paper is claimed which contains Fe-, Mn- or Al-oxide (optionally containing hydroxy groups), long-chain carboxylic acids or carboxylates, humic acid and/or humates as the sorption-effective component. The novelty is that the component is present in impregnated form in the paper.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 34 916 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
B 01 J 20/28
C 02 F 1/28
B 01 D 29/07
A 47 J 31/08

21 Aktenzeichen: 198 34 916.5
22 Anmeldetag: 3. 8. 98
43 Offenlegungstag: 11. 3. 99

DE 198 34 916 A 1

66 Innere Priorität:

297 16 118. 0	09. 09. 97
197 50 124. 9	13. 11. 97
198 05 992. 2	15. 02. 98
198 17 395. 4	20. 04. 98

71 Anmelder:

Oeste, Franz Dietrich, 35274 Kirchhain, DE; Haas,
Rainer, Dr., 35037 Marburg, DE

72 Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Filterpapier für die Wasserreinigung

57 Die Erfindung beschreibt Herstellung und Anwendung von sorptionsaktiv imprägniertem Filterpapier zur Wasserreinigung. Das Filterpapier enthält eine Imprägnierung, die mindestens einen oder mehrere Stoffe enthält aus den Stoffgruppen
Eisenoxide und Eisenhydroxide,
Manganoxide und Manganhydroxide,
Aluminiumoxide,
langkettige Caroxylsäuren und/oder ihre unlöslichen Salze,
Huminsäuren und/oder ihre unlöslichen Salze.
Das Filterpapier wird durch Imprägnation von Papier und/oder seinen Precursorfasern aus einer Lösung oder Gasphase durch Auftrocknen bzw. Verdunsten des Lösungsmittels oder chemischen Umwandlungsprozeß hergestellt.

DE 198 34 916 A 1

Die Erfindung beschreibt Herstellung und Anwendung von sorptionsaktiv imprägniertem Filterpapier zur Wasserreinigung. Das Filterpapier enthält eine Imprägnierung, die mindestens einen oder mehrere Stoffe enthält aus den Stoffgruppen

5 Eisenoxide und Eisenhydroxide,
Manganoxide und Manganhydroxide
Aluminiumoxide,
langkettige Carboxylsäuren und/oder ihre unlöslichen Salze,
10 Huminsäuren und/oder ihre unlöslichen Salze.

Das Filterpapier wird durch Imprägnation von Papier und/oder seinen Precursorfasern aus einer Lösung oder Gasphase durch Auftrocknen bzw. Verdunsten des Lösungsmittels oder chemischen Umwandlungsprozeß hergestellt.

Handelt es sich bei dem in fester Form aufgetragenen Stoff um langkettige Carboxylsäuren, kann der Imprägnationsprozeß bereits nach Bildung der festen Carboxylsäurebeschichtung abgeschlossen sein. Bei allen anderen oben genannten Stoffgruppen muß der erfindungsgemäße Behandlungsprozeß fortgeführt werden, indem das derart vor-imprägnierte
15 Papier oder Papier-Precursorfasern mit einem oder mehreren reaktiven Stoffen behandelt wird, die die vorzugsweise feste aufgetrocknete Vor-Imprägnation in eine der genannten Stoffgruppen umwandelt. Als Träger der reaktiven Stoffe eignen sich Flüssigkeiten, worin die reaktiven Stoffe gelöst sind oder Gasphasen, in denen die reaktiven Stoffe enthalten sind oder aus denen sie bestehen.

20 Gegebenenfalls kann das Herstellungsverfahren noch weitere Schritte enthalten, die zum Auswaschen störender Umsetzungsprodukte oder zur Trocknung oder chemischen Trocknung dienen.

Derart gewonnenes Filterpapier wird vorzugsweise für die adsorptive und chemisorptive Entfernung von Schadstoffen aus dem Trinkwasser oder daraus hergestellten Getränken und/oder Nahrungsmitteln eingesetzt. Der Einsatzschwerpunkt liegt im privaten Bereich. Das erfindungsgemäße Filterpapier eignet sich aber auch für den Einsatz in Gaststätten,
25 Gewerbe und Industrie. Das Filterpapier eignet sich zur Entfernung mindestens einer Stoffklasse aus den nachfolgend aufgelisteten Schadstoffklassen, ohne auf diese Stoffklassen beschränkt zu sein:

Lipophile,
Nukleophile,
Elektrophile,
30 Schwermetalle,
Mehrwertig positive Schwermetallionen
Fluor-, Schwefel-, Selen-, Antimon-, Arsen-, Phosphor-Verbindungen.

Die Herstellung von Partikeln, die mit einem oder mehreren der genannten sorptionswirksamen Stoffe beschichtet sind, ist an und für sich nicht neu. Das dafür angegebenen Beschichtungs-Verfahren läßt sich aber ohne Weiteres nicht
35 auf die Papierimprägnation anwenden. Denn bei Papier handelt es sich um ein zweidimensionales aus organischen Fasern extrem dicht zusammengesetztes nichttextiles Gebilde, das wesentlich intensiveren Biege- und Knickbeanspruchungen ausgesetzt ist, als die rauen anorganischen Partikel, die nach dem technischen Stand derart beschichtet werden. Dem Fachmann erscheinen die mit den genannten Verbindungen beschichteten Papiere daher ungeeignet für die gewünschte Anwendung, weil es sich bei den fraglichen Beschichtungen mit der Ausnahme der langkettigen aliphatischen
40 Säure- und Salzderivate um spröde Stoffe handelt, von denen zu erwarten ist, daß sie sich bei der erfindungsgemäßen Handhabung des Filterpapiers mechanisch ablösen, so daß das zu reinigende Wasser damit verunreinigt wird. Zudem vermag dieser Abrieb die daraus hergestellten Filter zu verstopfen oder kann, bezogen auf den Filterquerschnitt, für ungleichmäßige hydraulische Wegigkeit sorgen, was zum vorzeitigen Durchbruch zu sorbierender Stoffe durch die aus dem Filterpapier hergestellten Filter führen kann.

45 Die Herstellung nach dem Stand der Technik sorptionswirksam mit Ocker, das sind Eisen- und Manganoxide, oder Huminstoff, das sind Huminate oder Huminsäuren, beschichteter Partikel wird in der DOS 196 18 458.4 beschrieben. Die dort genannten Ocker- und Huminstoff-Beschichtungen beschränken sich ausschließlich auf die Ausfällung der sorptionsaktiven Beschichtungen aus Eisen- oder Huminstoff enthaltenden Lösungen, die vor der Fällungsreaktion als flüssige Vor-Imprägnierung auf dem Partikel vorliegen. Diese aus der flüssigen Phase vorgenommenen Ausfällungen
50 haften zwar hinreichend an porösen Oberflächen, wie den in dieser OS als Trägerpartikel genannten Aktivkohlen, Bims, offenporigen Glasschäumen oder Keramikfasern. Sie haften jedoch in der Regel nicht sehr gut an dem vielfältigen Biegebeanspruchungen ausgesetzten flächigen Material Papier.

Es hat sich nun überraschend gezeigt, daß derart aufgebrachte Imprägnierungen doch recht gut auf Papier hatten und auch dem mechanischen Abrieb durch Reiben, Pressen und Knicken einigermaßen widerstehen können. Das erfindungsgemäße Verfahren hat darüber hinaus gezeigt, daß diese Imprägnierungen dann besonders widerstandsfähig gegen Abrieb werden, wenn sie vor ihrem Einsatz einen Trocknungs- bzw. Entwässerungs-Schritt durchlaufen haben. Eine weitere Optimierung der Haftung ergibt sich nach dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch, wenn das Papier eine Vor-Imprägnierung aus einem Imprägniermittel erhält, das sich chemisch zu dem sorptiv wirksamen Imprägniermittel umsetzen läßt, und dieses vor der chemischen Umsetzung in einen weitgehend entwässerten festen Zustand überführt. Die optimalsten
60 Ergebnisse werden dann erzielt, wenn sowohl die Vorimprägnierung vor der chemischen Umsetzung in die weitgehend entwässerte feste Phase überführt wird und schließlich auch die derart gewonnene Imprägnierung in die weitgehend entwässerte feste Phase überführt wird.

Hierdurch kann überraschend nicht nur die mechanische Strapazierfähigkeit des Filterpapiers optimiert werden, sondern es wird auch eine optimale Durchlässigkeit des Filterpapiers bei hoher Imprägniermittelbeladung erzielt.

65 Erst durch den erfindungsgemäßen Schritt der chemischen Umsetzung fester Vor-Imprägnationen des Papiers mit reaktiven Stoffen, die aus dem umgebenden fluiden Medium chemisch mit der möglichst weit entwässerten festen Vor-Imprägnation des Papiers reagieren, werden dagegen die überraschend abriebfesten hochbelastbaren erfindungsgemäßen Papierfilter erhalten, die auch im trockenen Zustand ihre sorptive Aktivität und Stabilität beibehalten, so daß sie jederzeit

für den Einsatzzweck verfügbar sind. Dabei wurde herausgefunden, daß es sich bei den weitgehend entwässerten Imprägnationen, die aus der erfindungsgemäßen chemischen Umsetzung der stark entwässerten Vor- Imprägnation entstehen, um überraschend hochwirksame Sorptive handelt.

Eine Ausnahme bilden dabei nach dem erfindungsgemäßen Verfahren die Säure- und Lauge-Vor-Imprägnationen, die als flüssige Imprägnation mit reaktiven Stoffen ebenso gut haftende Beschichtungen ergeben wie die festen Beschichtungen. Sie werden im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt, um langkettige Carboxylate, langkettige Carboxylsäuren, Huminate, Huminsäuren und Kieselgel enthaltende Beschichtungen herzustellen.

Ein dem erfindungsgemäßen Verfahren ähnliches Verfahren zur Herstellung einer Eisen-Huminat-Beschichtung auf Partikeln wird nach der Lehre der Japan-Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 58-134049 mitgeteilt: Danach wird zunächst Alkalihuminatlösung als Precursorbeschichtung auf einen Trägerpartikel fixiert oder mit Säure darauf ausgefällt und anschließend getrocknet. Die Partikel mit der derart aufgetrockneter Huminstoffbeschichtung werden danach mit einer flüssigen Eisensalz-Lösung zur Reaktion gebracht. Dem Fachmann ist bekannt, daß bei dieser Reaktion festes unlösliches Eisenhuminat entsteht. Die so gewonnenen Partikel mit einer Eisen-Huminat-Beschichtung eignen sich nach der Lehre der japanischen Veröffentlichung zur Arsenabscheidung aus Wasser.

Dieser Prozeß unterscheidet sich aber in mehrfacher Hinsicht von dem der erfindungsgemäßen Lehre:

1. Das erfindungsgemäße Verfahren beschreibt einerseits die Herstellung von vorzugsweise weitgehend entwässerten festen Eisenoxid-Imprägnationen als auch von Erdalkalihuminat- oder Huminsäure-Imprägnationen als sorptionswirksame Beschichtung bzw. Imprägnierung. Das geschieht erfindungsgemäß durch die chemische Umwandlung vorzugsweise weitgehend entwässelter fester oder flüssiger Papier-Vor-Imprägnierung. Eine der japanischen Lehre vergleichbare Eisenhuminat-Beschichtung entspricht dagegen nicht der erfindungsgemäßen Lehre.

2. Die Anwendung der Huminate und Huminsäuren als Precursorbeschichtung, wie dies die japanische Lehre vorschreibt, gehört überdies nicht zum bevorzugten Vorgehen der erfindungsgemäßen Lehre und zwar wegen der dadurch eintretenden Nachteile.

Die japanische Lehre beschreibt nämlich die Herstellung von festen sorptionswirksamen Beschichtungen aus Huminat oder Huminsäure als sorptionswirksame Partikel-Beschichtung bzw. -Imprägnierung durch chemische Umwandlung von festen huminathaltigen Precursorbeschichtungen auf den Partikeln.

Es hat sich überraschend gezeigt, daß die erfindungsgemäßen Eisenhuminat-Imprägnationen, die unter Nachvollzug der japanischen Lehre sowohl aus festen Huminat- als auch festen Huminsäure-Vor-Imprägnationen durch Fixierung mit wäßrigen Eisen-II- oder Eisen-III-Salzen auf Papier gebildet werden, selbst bei überschüssiger oder andauernder Fixiermitteleinwirkung nicht umgesetzte lösliche Huminstoff-Bestandteile enthalten. Diese bluten in wäßriger Lösung aus und führen zur Verunreinigung des zu reinigenden Wassers, die sich als Gelb- oder sogar Braunfärbung zeigt.

Dieser Nachteil wird erst dann vermieden, wenn Huminatlösungen zur Papier-Imprägnation von unter 1% Huminatgehalt zur Vor-Imprägnation des Papiers eingesetzt werden. Dies ist besonders dann unwirtschaftlich, wenn anstelle der Eisenhuminat-Imprägnation die Sorbenseffekte der Erdalkalihuminat- oder Huminsäure-Imprägnation genutzt werden sollen.

Erfindungsgemäß kann dieser Nachteil bei der Filterpapierherstellung vorzugsweise dadurch überwunden werden, wenn Huminat als Fixiermittel eingesetzt wird. Es zeigte sich überraschend, daß durch diesen erfindungsgemäßen Schritt weit mehr als das Doppelte der Imprägnierstoffmenge bei gleicher Fixiermittel-Konzentration je Tränkschritt auf dem Papier fixiert werden kann. Gleiches Verhalten wurde auch bezüglich der übrigen erfindungsgemäß sorptionswirksamen Imprägnier-Stoffe gefunden.

Filterpapier zur Wasserreinigung, enthaltend Fasern und sorptiv wirksame Komponenten, deren Sorptionswirkstoffe nicht in der Form sorptionsaktiver Imprägnierungen vorliegen, sondern als Partikel, die zwischen den Fasern liegen, sind ebenfalls weit weniger wirksam für die Wasserreinigung, wie das erfindungsgemäße Filterpapier. Dies wird beispielsweise beschrieben in der Japan-Offenlegungsschrift mit der Veröffentlichungs-Nr. 06304548A. Hier wird Mangandioxid als Schwermetallabsorber in Partikelform eingesetzt. Die eingesetzten Partikel haben etwa 3 µm Partikeldurchmesser.

Die bevorzugte Anwendungsform des erfindungsgemäßen Filterpapiers ist sowohl das Festbettfilter bestehend aus einem oder einer Vielzahl von Papierfiltern, z. B. als Filterpapierpaket als Filterpapierschnipsel oder auch als Einzelfilter.

Die Anwendung von Festbettfiltern im privaten häuslichen Bereich, bei denen das zu reinigende Wasser durch eine Vielzahl von Filterpapierschichten laufen muß, ist mit gewissen Nachteilen verknüpft. Solche sind z. B.:

- Große Einhausungen für die imprägnierten Filter erforderlich;
- hoher Filterwiderstand, dadurch geringe Durchflußrate;
- Maßnahmen zur Bekämpfung der Filterverkeimung und/oder zur Verhinderung des Keimaustritts aus dem Filter.

Es wurde aber überraschend gefunden, daß selbst ein einzelnes Filterpapier aus dem erfindungsgemäßen Herstellungsgang hinreichend ist, die Schadstoffe erheblich zu reduzieren. Experimentell wurde bei den erfindungsgemäß hergestellten Filterpapieren im Einzelnen gefunden

- a) die Massenübergangszonen im imprägnierten Papier-Festbettfilter selbst bei hohen Durchflußraten sind hinreichend schmal, um, auch bei einer dünnen Filterschicht, bestehend im einfachsten Fall aus einem einzigen imprägnierten Filterpapier, eine erhebliche und in den meisten Fällen hinreichende Schadstoffabscheidung zu erzielen;
- b) die Behandlung mit imprägnierten Papier-Filter Schnipseln ist erfolgreich, wenn diese einfach mit der zu behandelnden wäßrigen Lösung geschüttelt werden;
- c) die imprägnierten Filterschnipsel sind auch dann erfolgreich, wenn sie vorgelegt werden und die Flüssigkeit durch sie hindurchfiltriert wird.

Damit erübrigen sich hier prinzipiell die komplizierten und voluminösen Festbettfilter-Vorrichtungen, wie sie nach dem Stand der Technik üblich sind, und wie sie z. B. in Deutschland unter dem Namen Multi Pure vertrieben werden. Diese haben die oben genannten Nachteile voluminöser Festbettfilter, die für die Filtration größerer Mengen Trinkwasser, z. B. für insgesamt durchgesetzte Trinkwasser-Mengen zwischen 1 m³ und 5 m³ nach den bekannten Lehren zur Festbettadsorption empfohlen werden.

Herkömmliche Papierfilterformen und Filtereinrichtungen, wie sie z. B. zur Kaffee- oder Tee-Zubereitung im Haushalt üblich sind, z. B. die tütenartig geformten Melitta- oder Eduscho-Kaffee-Filter, Krups- oder Melitta-Trichter-Aufsätze zur Einlage der Filtertüten und zum Aufsetzen auf die Schott-Haushalts-Glasgefäße zum Auffangen des Kaffee-Filtrats, lassen sich damit ohne Weiteres für den erfindungsgemäßen Zweck einsetzen. Die erfindungsgemäßen Papierfilter lassen sich damit auch zum Einmal-Gebrauch oder gegebenenfalls auch im Mehrmal-Gebrauch zum Einsatz bringen.

Es wurde sogar gefunden, daß durch Einlegen einer oder mehrerer Papierfilterlagen in die üblichen an den Wasserhahnausläufen aufgeschraubten oder aufschraubbaren Sieb- und Luftzumischvorsätze bereits erhebliche Schadstoff-Reduktionsraten möglich sind. Durch Aufschrauben eines kleinen flachen Filterbehälters für die Aufnahme von erfindungsgemäßen Filtern mit ca. 5 cm Durchmesser kann bereits bei Einlage von nur 5 Papierfiltern der weit überwiegende Schadstoffgehalt aus dem Leitungswasser bei einem Wasserdurchsatz von 5 l/min zurückgehalten werden.

Die Merkmale des erfindungsgemäßen sorptionsaktiv imprägnierten Filterpapiers ergeben sich aus dem Stoffanspruch 1, den Verfahrensansprüchen zu seiner Herstellung 2 bis 10, und den Verwendungsansprüchen 11 bis 16. Nachfolgend wird das Filterpapier, seine Herstellung, Anwendung und Entsorgung beschrieben.

Beschreibung des erfindungsgemäß imprägnierten Filterpapiers und seine Anwendung

Eine der vorzugsweise angewendeten Papierfilterformen für das erfindungsgemäß mit sorptionsaktiver fester Substanz imprägnierten Filterpapier lehnt sich an die der bekannten Filterpapiertüten an. Eine derartige Filterpapiertüte ist beispielhaft in der Fig. 1 dargestellt. Der schraffierte Bereich zeigt die Klebestelle, mit der der Filterpapierbogen zur Filterpapiertüte zusammengefügt wurde. In der Fig. 2 ist der Filterpapierbogen dargestellt, aus dem die Filterpapiertüte gemäß Fig. 1 hergestellt wird. Der schraffierte Bereich zeigt wiederum die Klebestelle. Die gestrichelte Linie zeigt die Knickstelle im Filterpapierbogen, an der der Bogen zur Herstellung der Filterpapiertüte vor der Verklebung gefaltet wird.

Neben dem gezeigten Tütenfilter ist auch die Anwendung von Faltenfiltern möglich. Diese werden vorzugsweise durch geeignete Faltung von Rundfiltern oder anderen Filterpapierzuschnitten hergestellt.

Die Filter können aber auch als Filterpapierschnipsel eingesetzt werden, die mit dem zu behandelnden Wasser verrührt werden und dann z. B. durch ein Teesieb abgeseiht werden. Sie können aber auch z. B. in einem beliebigen erfindungsgemäß imprägnierten oder auch nicht imprägnierten Tüten- oder Faltenfilter oder auch einem Teesieb vorgelegt werden und dort mit dem schadstoffhaltigen Wasser übergossen werden.

Dabei ist es unerheblich, auf welchem Herstellungsweg die Filterpapierschnipsel hergestellt wurden. Vorzugsweise werden sie durch Ausstanzen oder mittels Reißwolf aus bereits imprägniertem Filterpapier hergestellt. Die sorptionsaktive Imprägnation des Papiers nach dem erfindungsgemäßen Verfahren kann

- a) vor dem Ausstanzen oder Ausschneiden des Filterpapierbogens, beziehungsweise seiner Zerteilung zu Schnipseln durch das weiter unten und anhand von Beispielen beschriebene Verfahren erfolgen; z. B. integriert in frühe oder fortgeschrittene Prozeßstufen der Papierherstellung als einer oder mehrere Fertigungsstufen mit Papier- oder Papierfaser-Tränk-, Trocknungs-, Fixier- und Waschprozessen
- b) nach der Herstellung des Filterpapierbogens, oder Schnipseln durch das in der Hauptanmeldung und in den nachfolgenden Beispielen beschriebene Verfahren erfolgen,
- c) nach der Herstellung der Filterpapiertüte aus dem Filterpapierbogen durch das in der Hauptanmeldung und in den nachfolgenden Beispielen beschriebenen Verfahren erfolgen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist aber keineswegs auf die in den Fig. 1 und 2 beispielhaft dargestellte Filterpapierform beschränkt. Es können z. B. auch die bekannten einfachen Rundfilterpapiere verwendet werden, die sich einzeln oder auch zu mehreren in einen einfachen Rundfilterpapierhalter einspannen lassen.

Als Rundfilterhalter können z. B. die an vielen Wasserhähnen bereits mittels Gewinde und Dichtung am Auslauf befestigten Sieb- und Belüftungsaufsätze eingesetzt werden. Rundfilter mit an den Innendurchmesser dieser Vorrichtung angepaßtem Durchmesser können ein- oder mehrlagig auf den Siebeinsatz eingelegt werden.

Im Handel erhältliche wasserdruckverträgliche Rundfilterhalter aus Kunststoff oder Metall zur Einlage größerer Rundfilter sind ebenfalls vorteilhaft einsetzbar, durch die das Leitungswasser unter Eigendruck hindurchgepreßt werden kann. Auch diese können direkt an den Wasserhahn angeschraubt werden. Sie haben den Vorteil eines höheren Wasserdurchsatzes bei gleichem Schadstoffabbaugrad.

Es können z. B. auch aus Rundfiltern hergestellte Faltenfilter angewendet werden. Eine andere Möglichkeit ist die Anwendung von Filterhülsen, wie sie z. B. in den sog. Soxhlet-Extraktoren zum Einsatz gelangen.

Es ist aber auch möglich das zu reinigende Wasser a) parallel zu der Filterpapieroberfläche zu leiten oder b) parallel zu der Filterpapieroberfläche zu leiten und/oder durch die Filterpapieroberfläche zu leiten.

Der Zustand a) kann z. B. einfach dadurch erreicht werden, indem das Papier zusammen mit gelochten, gewellten, zickzackförmigen oder anderweitig wasserdurchlässig gestalteten Abstandhaltern aufgewickelt wird zu einem Wickel, der in eine entsprechend angepaßte Einhausung gesteckt wird, die von dem zu reinigenden Wasser parallel zur Papieroberfläche durchströmt wird.

Der Zustand a) kann auch dadurch erreicht werden daß wasserundurchlässig und/oder wasserdurchlässig gestaltete Abstandhalter im Wickel derart angeordnet sind, daß die zu reinigende Flüssigkeit gezwungen wird, die Wickelachse einfach oder mehrfach zu umströmen.

Der Zustand b) kann dadurch erreicht werden, daß die Abstandhalter Segmente aus wasserdurchlässig gestalteten und wasserundurchlässig gestalteten Teilstücken enthalten, von denen die wasserdurchlässigen die Wasserführung parallel zur Papieroberfläche ermöglichen und wasserundurchlässigen die Wasserführung durch das Papier erzwingen. Ebenso kann der Wickel mit oder ohne Abstandhalter radial von innen nach außen oder in umgekehrter Richtung durchströmt werden.

Anstelle der Wickelform können auch sonstige Formen als mehrschichtiges Filter eingesetzt werden. Vorteilhaft ist der Einsatz des Filterpapiers auch als Papierwolle, die einfach durch die Aufteilung der Filterpapierbahn mittels Reißwolf erzeugt werden kann.

Die Anwendung des Filterpapiers ist nicht auf private Anwendung beschränkt, sondern auch in Gewerbe und Industrie oder anderen nicht privaten Anwendungen vorteilhaft einsetzbar. Anwendungsbeispiele sind z. B. Industrieabwässer, Brauch- und Abwasserreinigung sowie Grubenwässer und bergbauliche Abwässer.

Die sorptionsaktive Beschichtung der filamentförmigen Sorbentsträger enthält mindestens eine oder mehrere der unten genannten Substanzen als abriebfeste Imprägnation

langkettige Carboxylsäuren,

langkettigen Carboxylate,

Huminsäuren,

Huminate,

Eisen-III-oxide und Eisen-III-hydroxide ("Ocker"),

Eisen-III- und Mangan-IV-hydroxid- und -oxid-Gemische,

Mangan-III- und Mangan-IV-hydroxid- und -oxid-Gemische,

Mangan-IV-oxide und Mangan-IV-hydroxide,

Aluminiumhydroxid.

Langkettige Carboxylsäuren und ihre Salze sind frei oder als Ester in den pflanzlichen Ölen, tierischen Fetten und natürlichen Wachsen und technischen Produkten weit verbreitet. Durch Oxidation können sie auch synthetisch aus Erdölprodukten, Wachsen oder niedermolekularen Alkanen und Olefinen gewonnen werden. Die Verseifungsprodukte bzw. Neutralisationsprodukte der genannten Ester und Carboxylsäuren natürlichen Ursprungs sind als Kernseife oder Schmierseife im Handel. Sie sind insoweit der bevorzugte Bestandteil der langkettigen Carboxylsäuren oder Carboxylate in den Sorbentien, sofern sie mit Erdalkalien, Aluminium und Schwermetallen weitgehend wasserunlösliche Salze bilden oder soweit sie als Carboxylsäuren weitgehend wasserunlöslich sind. Geeigneter Precursor für die sorptionsaktive Partikelbeschichtung ist vorzugsweise wäßrige Alkali-Seifen-Lösung oder die Lösung der freien Carboxylsäuren in organischem Lösungsmittel. Es ist auch möglich, heiße und/oder dichte Gasphasen mit Carboxylsäuren zu beladen und als Precursor für Partikelbeschichtung zu benutzen.

Huminsäuren und Huminate sind in den natürlichen Stoffen der Abbauprodukte ehemals lebender Substanz enthalten wie z. B. Torf und Braunkohle, Erdreich und Sedimente. Sie können aber auch künstlich durch die Oxidation von Phenolen, von Kohle und Graphit, Bitumen, Teer oder Asphalt oder auch von Lignin oder den Ligninabbauprodukten, wie sie z. B. in der Papier- und Viskose-Industrie anfallen, erzeugt werden. Huminstoffe entstehen auch natürlich unter der Einwirkung von Sonnenlicht und Atmosphären auch aus jenen Abfällen der phenolhaltigen Braunkohlenschwefelwässer, die als Abfallprodukte in Klärteiche abgelassen wurden in großer Menge und lagern sich dort als Sedimente ab. Die erfindungsgemäß bevorzugten Huminsäuren bilden mit Alkalien wasserlösliche Salze und mit Erdalkalien, Aluminium und Schwermetallen weitgehend wasserunlösliche Salze. Da dies für die braunkohlestämmigen Huminsäuren zutrifft, gehören diese zu den bevorzugten Bestandteilen der Huminsäuren oder Erdalkalihuminate in den Sorbentien. Geeigneter Precursor für die sorptionsaktive Partikelbeschichtung ist wäßrige Alkali-Huminat-Lösung.

Eisen-III-oxide und Eisen-III-hydroxide sind Stoffe, die bei der Hydrolyse aus dreiwertigen Eisensalzen entstehen oder der bei der Oxidation aus zweiwertigen Eisenverbindungen gebildet werden. Es handelt sich in der Regel um gelb- bis rotbraune gelartige wasserunlösliche Niederschläge, deren Hydroxidgehalt zunächst noch dem Eisen-III-hydroxid entspricht, alsbald aber unter Wasserabspaltung beginnen zu kondensieren. Sie werden auch als "Ocker" bezeichnet. Geeigneter Precursor für die sorptionsaktive Partikelbeschichtung ist vorzugsweise wäßrige Eisen-III-chlorid-Lösung, oder die Lösung von Eisen-III-chlorid in organischem Lösungsmittel. Es ist auch möglich, heiße und/oder dichte Gasphasen mit Eisen-III-halogeniden zu beladen und als Precursor für Partikelbeschichtung zu benutzen. Als Oxidans und Fällungsreagens für auf die Partikel aufgezugene zweiwertige Eisenverbindungen eignen sich z. B. Sauerstoff, Wasserstoffperoxid, Kaliumpermanganat. Vorteilhaft lassen sich solche Eisen-II-Verbindungen anwenden, die bei der Oxidation mit Sauerstoff in der Gasphase gasförmige Verbindungen wie z. B. Essigsäure, Kohlendioxid und Wasser, freisetzen können, z. B. Eisen-II-acetat, Eisen-II-hydrogencarbonat. Dies kann einen zusätzlichen Trocknungsschritt ersparen.

Mangan-IV und Mangan-III-oxide sind vorzugsweise diejenigen Stoffe, die bei der Reduktion höherwertiger Manganverbindungen, insbesondere Permanganatlösungen entstehen, und deren Hydroxidgehalt sich allmählich unter Wasserabspaltung durch Kondensation ebenfalls vermindert. Sie können auch bei der Oxidation zweiwertiger Manganverbindungen entstehen. Geeigneter Precursor ist vorzugsweise wäßrige Kaliumpermanganat-Lösung oder wäßrige Lösungen zweiwertiger Mangan-Salze. Als Reduktionsmittel eignen sich vorzugsweise zweiwertige Eisen- und/oder Mangansalze, Aldehyde, Alkohole, Hydrazin, Zucker. Falls die zu beschichtenden Partikel reduzierende Eigenschaften haben reicht vielfach bereits deren reduzierende Eigenschaft aus. Als Oxidationsmittel eignet sich auch Sauerstoff.

Aluminiumhydroxid entsteht bei der Hydrolyse aus Aluminiumsalzen. Geeigneter Precursor für die sorptionsaktive Partikelbeschichtung ist vorzugsweise wäßrige Aluminiumchlorid-Lösung, oder die Lösung von Aluminiumchlorid in organischem Lösungsmittel. Es ist auch möglich, heiße und/oder dichte Gasphasen mit Aluminiumhalogeniden zu beladen und als Precursor für Partikelbeschichtung zu benutzen.

Die Wahl des Papiers für die Imprägnation ist in so weit eingeschränkt, als es beständig sein muß gegen die Sorbens-Precursor-Lösungen im Herstellungsprozeß der Beschichtung bzw. Imprägnation und unter den Bedingungen der Anwendung. Vorzugsweise besteht es aus polymeren organischen Stoffen, von denen wiederum die natürlichen Polymeren auf Cellulosebasis besonders bevorzugt sind, die durchweg eine gute Haftung für die Sorbensbeschichtung aufweisen.

Von Vorteil kann es sein, den verwendeten Papieren als Sorbens-Trägersubstanzen zur mechanischen Stabilitätsverbesserung Verstärkungsfasern aus Kunststoff oder Glas beizumischen.

- Für besondere Einsatzzwecke kann es aber vorteilhaft sein, anorganische Filamente enthaltendes Papier einzusetzen. Hier eignen sich z. B. die Filamente aus Aluminiumoxid, Siliciumcarbid, Kohle oder Aktivkohle. Somit ist es möglich, 5 Papiere bestehend auch aus vollständig anorganischen Faser- oder Binderkomponenten einzusetzen oder bei denen nur noch ein kleiner Teil aus organischen Fasern besteht.

- In Festbett-Sorptionsprozessen tritt erfahrungsgemäß dann eine besonders hohe Sorbensbeladung mit den zu sorbierenden Stoffen ein, wenn die Massenübergangszone möglichst kurz ist und die verfügbare Sorbensdichte, das ist die Sorbensmasse je Volumenteil des Festbettes, möglichst hoch ist. Die Länge der Massenübergangszone ist u. a. eine Funktion 10 der Diffusionsstrecke, die der zu sorbierende Partikel aus der mobilen Phase an den Sorptionsort in der stationären Phase, also dem Sorbenspatikel, zurückzulegen hat. Die Sorbensdichte ist u. a. eine Funktion der Sorbenspatikel-Packungsdichte und des Verhältnisses Sorbensgewicht zu Sorbensträgervolumen. Da sich erfahrungsgemäß an den mikro-faserförmigen Partikeln die kürzesten Massenübergangszonen ausbilden, wird der Anwendung von diesen Fasern bei besonders hohen Reinheitsansprüchen an das gereinigte Wasser der Vorzug gegeben.

- 15 Bevorzugte Verhältnisse des Imprägnations-Trockengewichts zum Papier-Trockengewicht liegen bei der Verwendung von saugfähigen Papieren bei $> 0,001$ bis < 2 . Die bevorzugte Imprägniermittel-Schichtdicke auf den Filamenten liegt vorzugsweise unter $0,1$ mm. Nach unten sind den Verhältnissen Sorbensgewicht zu Sorbensträgersgewicht zwar keine Grenzen gesetzt; es kann nämlich wegen geringer Beladbarkeit unwirtschaftlich sein, in den Bereichen der geringen Sorbensanteile zu arbeiten.

- 20 Zur Verbesserung der Haftung können die Filterpapiere zusätzlich einen oder mehrere der Stoffe mit Bindemittelseigenschaften, z. B. polymere Titansäuren, Polyacrylate, Kieselgel, als Zusatz enthalten.

Zur Verbesserung und Ergänzung der Sorptionseigenschaften können die Filterpapiere zusätzlich mit einem oder mehreren der Sorptionsmittel Aktivkohle, Formstoff gemäß DOS 44 47 317.6, Gold, Jod, Elementarschwefel ergänzt sein.

- Die Wirksamkeit der Filterpapiere ist vielseitig und wird durch die Art der sorptionswirksamen Beschichtung bestimmt: Filterpapiere enthaltend überwiegend einen oder mehrere der sorptionsaktiven Stoffe aus den Klassen der 25

Carboxylsäuren,

Erdalkalicarboxylaten,

Erdalkalihuminaten,

Eisenoxide und Eisenhydroxide,

- 30 Manganoxide und Manganhydroxide,

Huminsäuren,

Erdalkalihuminate,

eignen sich bevorzugt zur Sorption von Schwermetallen. Kieselsäure und Aluminium. Carboxylsäuren, Filterpapiere enthaltend überwiegend einen oder mehrere der sorptionsaktiven Stoffe aus den Klassen der

- 35 Erdalkalicarboxylaten,

Huminsäuren,

Erdalkalihuminate,

eignen sich zusätzlich bevorzugt zur Sorption von organischen Stoffen. Filterpapiere enthaltend überwiegend einen oder mehrere der sorptionsaktiven Stoffe aus den Klassen der

- 40 Eisenoxide und Eisenhydroxide,

Manganoxide und Manganhydroxide,

eignen sich zusätzlich bevorzugt zur Sorption von Phosphat, Arsen-, Antimon-, Schwefel- und Selenverbindungen. Filterpapiere enthaltend überwiegend einen oder mehrere der sorptionsaktiven Stoffe aus Aluminiumhydroxid

- 45 eignen sich bevorzugt zur Sorption von Phosphat und Fluorid.

Obwohl die sorptionsaktiven Stoffe der erfindungsgemäßen Filterpapiere als frei gefällte Stoffe eine weitaus höhere innere Oberfläche aufweisen als in den Filterpapieren, wurde überraschend gefunden, daß die Filterpapiere weitaus höher mit den sorbierbaren Stoffen beladen werden können und die sorbierbaren Stoffe weitaus besser aus dem Wasser entfernt werden können, als mit weit höherer Dosierung durch die frei gefällten Stoffe.

- 50 Anwendungsbereiche für die erfindungsgemäßen Filterpapiere sind alle Bereiche der Wasserreinigung, bei denen Schadstoffe oder Verunreinigungen des Wassers aus einer oder mehrerer der im folgenden genannten Klassen zu entfernen sind:

Schwermetalle, wie z. B. Eisen, Blei, Zink, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Silber, Gold, Chrom, Vanadium, Wolfram, Molybdän, Actiniden und Lanthaniden;

- 55 Nichtmetalle, wie z. B. Schwefelwasserstoff, Selenwasserstoff, Sulfid, Selenid, Arsen, Antimon, Phosphor als Phosphat, Fluorid;

organische Stoffe, wie z. B. Öle, mono- und polycyclische Aromaten, Kohlenwasserstoffe, halogenorganische Verbindungen, aromatische Amine, Thiophenole und Phenole.

- Trinkwasser enthält z. B. gelegentlich geogenstämmiges Nickel, Arsen und Selen oder aus den kupfernen und mes-singenthaltenden gelöteten Hausinstallationen Kupfer, Blei und Zink. Die Schwermetalle lassen sich erfolgreich mit den erfindungsgemäßen Papiersorbentien herausfiltern. Zur Abscheidung von Arsen, Selen und Sulfid eignen sich besonders die mangan- und eisenhaltigen Filterpapiere.

- Grubenwässer enthalten vielfach einen erhöhten Gehalt an Schwermetallen und können stark sauer sein. Nach dem Zusatz von Neutralisationsmitteln eignen sich diese Wässer ebenfalls für den Einsatz der erfindungsgemäßen Filterpa-piere. 65

Industrielle Abwässer wie z. B. Rauchgaswaschwässer aus Sondermüllverbrennungsanlagen oder Abwässer aus Amalgam-Elektrolysen enthalten Schwermetalle, vor allem Zink, Blei, Cadmium und Quecksilber in ionischer Form so-wie Quecksilber als Metall. In der Kombination mit einem Gold enthaltenden Filterpapier zur Abscheidung metallischen

Quecksilbers lassen sich alle ionisch vorliegenden Schwermetalle an dem erfindungsgemäßen Papierfilter sorbieren.

Cyanidhaltige bergbauliche Waschwässer aus der Edelmetallgewinnung lassen sich zur Edelmetallabscheidung an dem huminstoffhaltigen erfindungsgemäßen Filterpapier sehr gut abreinigen. Dabei wirkt der Huminstoff reduzierend auf die Edelmetallcyanide ein, die sich unter Goldabscheidung im Filterpapier zersetzen. Diese Zersetzung im Sorbens kann durch zusätzlichen Goldmetallgehalt des Filterpapiers und Anwendung von Reduktionsmitteln verbessert werden. 5
Gegebenenfalls im Waschwasser vorliegendes Quecksilber kann dabei simultan abgeschieden werden. Die erfindungsgemäßen Papierfilter sind auch sorptionswirksam für andere Edelmetalle aus der Platingruppe und auch Silber. Dieser Umstand kann vorteilhaft zur Gewinnung von Edelmetallen aus wäßrigen Phasen genutzt werden. So läßt sich mit den Papierfiltern z. B. Silber ohne Weiteres aus den Photolabor-Abwässern zurückgewinnen. Die gebrauchten edelmetallhaltigen Filterpapier stellt danach eine wertvolle Ressource für die Edelmetallrückgewinnung dar. 10

Speziell dann, wenn Aluminiumhydroxid enthaltende Filterpapiere als Filter eingesetzt werden, ist es vorteilhaft huminstoffhaltige Filterpapiere nachzuschalten, um die aus dem Aluminiumhydroxid ggf. freigesetzten toxisch wirkenden Aluminiumionen zu binden.

Beschreibung des Verfahrens zur Herstellung der erfindungsgemäßen Filterpapiere

Zur Beschichtung von Papier oder Papierfasern werden diese

a) mit einer Lösung nach einer oder mehrerer der Methoden Tauchen, Streichen, Sprühen, Rakeln, Drucken vorzugsweise allseitig benetzt. Insoweit ist das erfindungsgemäße Verfahren noch der Lehre, die in der DOS 196 18 458.4 mitgeteilt wird, ähnlich. Damit ist eine flüssige Vor-Imprägnation entstanden. 20

Um eine abriebfest haftendere und auch sorptionsaktivere Imprägnation zu erzielen, als dies nach der DOS 196 18 458.4 möglich ist, wird die flüssig vorliegende Vor-Imprägnation in den möglichst weit entwässerten festen Aggregatzustand überführt, wenn es sich dabei nicht um flüssige Säure- oder Laugelösungen handelt, die bei zu starker Konzentrierung das Papier angreifen. 25

Dazu eignet sich in der Regel der Trocknungsprozeß. Dabei bildet sich die weitgehend entwässerte Vor-Imprägnation. In dem Fall allerdings, daß der Precursor eine aus Lösungsmittellösung aufgebraachte langkettige freie Carboxylsäure ist, kann dann eine Ausnahme vorliegen, wenn die Carboxylsäure selbst die sorptionsaktive Beschichtung darstellt. In dem Fall ist die Imprägnation bereits fertig. Soll aber die Carboxylsäure noch in ein Carboxylat überführt oder zur Huminsäurefällung eingesetzt werden, handelt es sich bei der Imprägnation um eine Vor-Imprägnation. 30

b) mit einem Gas enthaltend die Vor-Imprägnations-Substanz (z. B. Aluminiumhalogenid, Eisen-III-halogenid, langkettige Carboxylsäure) in Kontakt gebracht. Dabei bildet sich eine lösungsmittelfreie bzw. lösungsmittelfreie Vor-Imprägnation. Nur für den Fall, daß die so aus der Gasphase aufgebraachte Vor-Imprägnation noch zu lösungsmittelhaltig ist, wird sie durch anschließendes Eindampfen konzentriert. 35

Zur Entwässerung der Vor-Imprägnation und auch der Imprägnation kann zusätzlich oder an Stelle des Eintrocknens auch die chemische Entwässerung mit gas- oder lösungsmittelgetragenen Wasserbindemitteln, vorzugsweise Kieselsäure-, Titansäure-, Zinnsäure- und Zirkonsäureestern oder -halogeniden, Aluminiumalkoholaten und -halogeniden durchgeführt werden. 40

Nur in dem einen Ausnahme-Fall, daß die Vor-Imprägnation aus langkettiger Carboxylsäure besteht, ist sie identisch mit der Imprägnation und daher kann die Herstellung des erfindungsgemäßen Filterpapiers bereits in diesem Schritt abgeschlossen sein. In allen anderen Fällen muß die erzielte Vor-Imprägnation durch chemische Umwandlung in die Imprägnation umgesetzt werden.

Im derart festen nahezu lösungsmittelfreien Zustand können auch die genannten salzartigen Vor-Imprägnationen, z. B. Eisen-, Mangan-, Aluminium- und Calciumsalze, vorzugsweise mit einem reaktiven gasförmigen oder flüssigen Fixiermittel, z. B. Alkalihuminatlösung, Ammoniakgas, Seifenlösung, Hydrazinhydratlösung bzw. Kaliumpermanganatlösung, zu einer wirksamen gut haftenden Imprägnation umgesetzt werden. Es kann aber auch umgekehrt verfahren werden, indem nämlich die Stoffe Eisen-, Mangan-, Aluminium- und Calciumsalze als Fixiermittel wirken und die Stoffe Alkalihuminatlösung, Ammoniakgas, Seifenlösung, Hydrazinhydratlösung, Kaliumpermanganatlösung als Vor-Imprägnation eingesetzt werden. Speziell die weitgehend entwässerten Vor-Imprägnationen mit entwässelter Seife, entwässelter langkettiger Carboxylsäure und Alkalihuminat müssen ausgiebig und lange fixiert werden, um zu vermeiden, daß unfixierte Vor-Imprägnation während des Einsatzes aus dem Filterpapier austreten. 45

Die sauren oder alkalischen flüssigen Vor-Imprägnation, z. B. Schwefelsäure, Phosphorsäure, Ammoniaklösung, Natronlauge, Hydrazinhydrat, können auch im flüssigen Zustand mit einer reaktiven Gas- oder Flüssigphase, z. B. Alkalihuminatlösung, Eisen-, Mangan-, Aluminium- und Calciumsalz-Lösung und Seifenlösung zu der wirksamen gut haftenden Imprägnation umgesetzt werden. Vorzugsweise daran anschließend wird das Filterpapier zu einer lagerfähigen und jederzeit gebrauchsfähigen Form konditioniert. Diese Konditionierung umfaßt vorzugsweise die Schritte Wäsche, um Hydrolyse- und andere Reaktionsprodukte zu entfernen und Trocknen der Imprägnation, um sie zu kompaktieren. In vielen Fällen ist es sinnvoll, die Vor-Imprägnation erst nach erfolgten Trocknungsprozeß zu waschen, weil erst dann hinreichende mechanische Festigkeit der Imprägnation gegen Abwaschen gegeben ist. Es können aber auch noch weitere Modifikationen an der chemischen Konstitution der erhaltenen Imprägnation im feuchten oder trockenen Zustand vorgenommen werden, falls dies erforderlich erscheint. 50

Zur Verhinderung des Ausblutens von Vor-Imprägnationsbestandteilen aus chemisch unzureichend fixierte Imprägnation eignet sich eine sekundäre chemische Behandlung, mit der Vor-Imprägnations-Rückstände wirksam fixiert werden. Es kann auch sinnvoll sein, die Imprägnation in zwei Stufen durchzuführen und in Zwischenschritten zu fixieren. So kann sich eine sorptionsaktive Beschichtung auch aus einer ersten vorzugsweise dünnerschichtigen Imprägnation und einer zweiten vorzugsweise dickerschichtigen Imprägnation zusammensetzen. Diese weniger bevorzugte Vorgehensweise 65

eignet sich dazu, eine besonders homogene Papierbeschichtung zu erzielen.

Feste eisen-II- und/oder mangan-II-haltige Vor-Imprägnationen werden bei der Zugabe von Oxidationsmitteln wie Permanganatlösungen zu festem Braunstein und Ocker umgesetzt, die dann die Imprägnation bilden.

Vor-Imprägnation aus mehrwertigen Metallsalzen oder Säuren werden mit Alkaliseifenlösung und/oder Alkalihuminatlösung bevorzugt zu der wirksamen, gut haftenden Imprägnation, enthaltend Seifen, langkettige Carboxylsäuren, Huminate oder Huminsäuren, umgesetzt. Die Umsetzung mit Eisensalzen zur reaktiven Eisenseifen-Imprägnation ist auch möglich. Es ist aber auch möglich, gasförmige Säuren oder Alkalien wie Ammoniak oder in organischen Lösungsmitteln gelöste Säuren oder Alkalien zur Überführung der Vor-Imprägnation in die Imprägnation einzusetzen. Dadurch kann der energieintensive Schritt des Trocknens umgangen werden.

Von der Reaktion der Erdalkali-, Eisen-, Mangan- oder Aluminiumsalze mit alkalischen Vor-Imprägnationen sind erfindungsgemäß die Huminate als Sorbensprecursorschicht nicht ausgenommen. Zwar ergibt die Methode unzureichend fixierte und daher ausblutende Huminat- oder Huminsäure-Imprägnation des Filterpapiers; durch hinreichend ausge dehnte Fixierung kann aber eine einwandfreie Imprägnation erreicht werden.

Weil die Imprägnation auf der Basis von langkettigen Erdalkalicarboxylaten diesen Nachteil ebenfalls aufweist, gehört die Verfahrensvariante zur Papierimprägnierung aus langkettiger Carboxylat-Vor-Imprägnation nicht zu der bevorzugten. Das umgekehrte Vorgehen, nämlich Fixierung der festen Vor-Imprägnation aus Erdalkali-, Eisen- oder Aluminiumsalzen mit alkalischen Lösungen zur Imprägnation ist ebenfalls möglich.

Prinzipiell ist das Vorgehen zur Erzeugung der jeweiligen Imprägnation gemäß Tabelle 1 das bevorzugte. In der Tabelle steht der Begriff "flüssig" für flüssige wäßrige Lösung und der Begriff "flüssig/org." für flüssige organische Lösung. Tabelle 1 gibt nur die Hauptschritte zur Herstellung der jeweiligen sorptionsaktiven Beschichtung an. Waschschritte, Entwässerungsschritte oder Nachfixierschritte werden nicht angegeben. Außer den in Tabelle 1 genannten Prozeßschritten gibt es noch eine Reihe nicht genannter weniger bevorzugter Herstellungsverfahren.

Die Benetzung des Papiers mit den Vor-Imprägniermitteln und Fixiermitteln kann nach einer oder mehrerer der Methoden Tauchen, Streichen, Sprühen, Rakeln, Drucken geschehen.

Die bevorzugten Prozeßschritte zur erfindungsgemäßen Herstellung der überwiegenden in Tabelle 1 genannten sorptionsaktiven Papier-Beschichtungen sind:

1. Beschichten mit gelösten Vor-Imprägniermitteln,
2. Entwässerung der Vor-Imprägnation,
3. Fixieren der Vor-Imprägnation zur Imprägnation
4. Entwässerung der Imprägnation.

Die Prozeßschritte können prinzipiell mit dem gleichen oder mit einer anderen Vor-Imprägnation/Fixiermittel auch mehrmals wiederholt werden, wenn der Imprägnations-Massenanteil erhöht werden soll. Derart sind z. B. alternierende Schichten unterschiedlicher Sorptionsmittel übereinander möglich. Dieses Verfahren gehört jedoch nicht zu den bevorzugten.

Wesentlich vorteilhafter, weil wirksamer ist die Anordnung unterschiedlich wirkender Imprägnationen auf dem Papier nebeneinander. Durch die Anwendung von bekannten Druckverfahren mit den Vor-Imprägnation können auch unterschiedliche Imprägnationen nebeneinander in dichter Nachbarschaft beispielsweise auf der Papierbahn aufgebracht werden. Dabei ist es vorteilhaft, ein geeignetes Fixiermittel für die beiden verschiedenen Vor-Imprägnationen einzusetzen. Die Fixiermittel können auch im Druckverfahren appliziert werden.

Vorzugsweise werden Reaktionsprodukte wie lösliche Halogenide, Alkalisalze oder Erdalkalisalze vor dem bestimmungsgemäßen Einsatz Filterpapiers ausgewaschen.

Ohne weiteres Trocknen können die so erhaltenen Filterpapiere direkt bestimmungsgemäß verwendet werden.

Die beschriebenen Herstellungsverfahren eignen sich sowohl für die Imprägnation von Endlos-Papieren, einzelnen Filtern, Schnipseln oder dünnen Streifen, Konfetti und Reißwolfstreifen und gegebenenfalls sonstigen flächigen oder bandförmiger Formen.

Für Endlos-Papier eignen sich bekannte Maschinen, wie sie zum einfachen oder mehrfachen Imprägnieren oder Beschichten durch Drucken, Streichen, Tauchen mit flüssigen Stoffen an und für sich bereits bekannt sind. Diese Einrichtungen besitzen in der Regel auch bereits angeschlossene Trocknungseinrichtungen.

DE 198 34 916 A 1

Tabelle 1

Bevorzugte Wege zur Erzeugung sorptionsaktiver Papierbeschichtungen

gewünschte Papier- Imprägnation	Vorzugsweise eingesetzte Vor-Imprägnation	Vorzugsweise einge- setzte Fixiermittel	5
Ocker	Lösliches Carbonat (fest) Unlösliches Carbonat (fest) Lauge (flüssig) Lauge (flüssig) Eisen-III-Salz (fest) Eisen-III-Salz (fest) Eisen-III-Salz (fest) Eisen-II-Salz (fest)	Eisen-III-Salz (flüssig) Eisen-III-Salz (flüssig) Eisen-III-Salz (flüssig) Eisen-II-Salz (flüssig)* Ammoniak (gasförmig) Lösliches Carbonat (flüssig) Lauge (flüssig) Lauge (flüssig)	10
Eisen-III-oxid- Mangan-IV-oxid- gemisch	Eisen-II-Salz (fest)	Kaliumpermanganat (flüssig)	20
Eisen-III-oxid- Mangan-IV-oxid- gemisch	Eisen-II-Salz (fest) Mangan-II-Salz (fest)	Kaliumpermanganat (flüssig)	25
Mangan-IV-oxid- Mangan-III-oxid- Gemisch	Mangan-II-Salz (fest)	Kaliumpermanganat (flüssig)	30
Mangan-IV-oxid	Hydrazinhydrat (flüssig)	Kaliumpermanganat (flüssig)	35
Aluminium- hydroxid	Aluminiumpropylat (fest) lösliches Carbonat (fest) unlösliches Carbonat (fest) Aluminiumsalz (flüssig) Aluminiumsalz (fest) Aluminiumsalz (fest)	feuchte Luft (gasförmig) Aluminiumsalz (flüssig) Aluminiumsalz (flüssig) Ammoniak (gasförmig) lösliches Carbonat (flüssig) Ammoniak (flüssig)	40
langkettige Carboxylsäure (flüssig)	keine Säure (flüssig) langkettiges Alkalicarboxylat (fest)	langkettige Carboxylsäure (flüssig/org.) langkettiges Alkalicarboxylat (flüssig) Säure	45
langkettiges Erdalkali- carboxylat	Calciumchlorid (fest) langkettiges Alkalicarboxylat (fest)	langkettiges Alkalicarboxylat (flüssig) Calciumchlorid (flüssig)	50
Huminsäure	Säure (flüssig) Alkalihuminat (fest)	Alkalihuminat (flüssig) Säure (flüssig)	55
Erdalkalihuminat	Calciumchlorid (fest) Alkalihuminat (fest)	Alkalihuminat (flüssig) Calciumchlorid (flüssig)	

* Im feuchten Zustand wird das Eisen-II-hydroxid noch während des Trocknungsprozesses nahezu quantitativ durch den Luftsauerstoff zu Eisen-III-hydroxid oxidiert

Neben der bis hierher beschriebenen Herstellung der Filterpapiere ist eine alternative Methode des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich. Diese bezieht sich auf die Herstellung von Filter-Papier, bereits im Verlaufe des üblichen Papier-
Herstellungsprozesses. Dazu kann das gelöste Vor-Imprägnationsmittel während der verschiedenen Stufen der Papier-
herstellung zugesetzt werden, wie dies z. B. bereits für das Färben des Papiers bekannt ist. Als Beispiele seien genannt
die Verfahren der
Massefärbung,
Tauchfärbung,
Streichen mit Streich- oder Bürstenvorrichtungen oder auf Kalandern
Bedrucken mit Filz- oder Gummiwalzen,
Auftragen durch Druckluftzerstäuber und andere Vorrichtungen.

In die Schritte der Papierherstellung können dabei auch die Schritte Vor-Imprägnation und Fixieren zur Imprägnation, Entwässern und Waschen problemlos integriert werden. Die Integration der Filterpapier-Herstellung in die Papierherstellung ist die bevorzugteste Alternative. Die üblichen Verfahren zur Verbesserung der Papierstabilität zum Einsatz in wäßrigen Medien können auch hier eingesetzt werden.

- 5 Bereits im Prozeßschritt Massiefärbung, aber auch in folgenden Fertigungsstufen kann dabei dem Papierbrei die wäßrige Vor-Imprägnation wie z. B. Salz-, Reduktionsmittel-, Lauge- und Säurelösung zugesetzt werden. Die Fixierung durch z. B. Alkali-, Huminat-, Carboxylat-, Oxidationsmittel und Säurezusatz wird vorzugsweise erst in den möglichen späteren Stufen, nämlich der Behandlung des getrockneten Papiers, vorgenommen.

- 10 Als Mittel zur Verbesserung der Vor-Imprägnations-Haftung oder der Imprägnier-Schichtdicke im Filterpapier können die Papiere zusätzlich einen oder mehrere der Stoffe mit Bindemittleigenschaften, z. B. polymere Kieselsäuren, polymere Aluminiumhydroxide, polymere Titansäuren, polymere Zinnsäuren, Polyacrylate, Gelatine, Alginate, Carboxymethylcellulose als Zusatz enthalten.

- Einige dieser Stoffe können prinzipiell auch aus der Gasphase oder aus der organischen Lösungsmittellösung vor oder nach dem Vor-Imprägnations-Auftrag auf dem Sorbensträger ausgefällt werden, wenn hinreichender Feuchtigkeitsgehalt des Papiers vorliegt. Dabei handelt es sich um die Stoffe:

- 15 Eisen-III-halogenid,
Aluminiumhalogenid,
Siliciumtetrahalogenid,
Titanettrahalogenid,
20 Zinntetrahalogenid,
Ester der Kieselsäure,
Ester der Titansäure,
Ester der Zirkonsäure.

- Die genannten Halogenverbindungen können auch zur sauren Fixierung der Vor-Imprägnation angewendet werden, wenn hinreichender Feuchtigkeitsgehalt der in dem vorimprägnierten Papier bereitgestellt wird.

- Die zusätzliche Anreicherung der Filterpapiere mit Zusätzen kann folgende Vorteile bringen:
Aktivkohle und Ruß zur Verbesserung der Sorption lipophiler Stoffe, Gold zur Verbesserung der Sorption metallischen Quecksilbers als Amalgam, Jod zur Verbesserung der Sorption von Silber und Quecksilber, Elementarschwefel zur Verbesserung der Schwermetallsorption. Formstoffe gemäß der DOS P 44 47 317.6-44 zur Verbesserung des Abbaus von
30 Elektrophilen wie z. B. von Halogenkohlenwasserstoffen, Nitroaromaten aber auch Phosphaten, Schwefel-, Selen-, Arsen- und Antimonverbindungen.

- Sofern die Filterpapiere als Folge einfacher Verfahrens-Schritte gefertigt werden, umfassend mindestens einen der Schritte Tränken, Gasphasenbehandlung, Waschen und Trocknung, kann sich die Imprägnation auf eine der o.g. Prozeßfolgen in der Papierherstellung beschränken. Werden dem Filterpapier noch zusätzliche Komponenten hinzugefügt, die
35 sich nicht auf die Schritte Tränken, Gasphasenbehandlung und Trocknung beschränken, sondern durch Integration zusätzlicher Sorbentien wie z. B. Blattgold, Aktivkohlefasern, Ruß in die Papier- oder Flocken-Substanz geschehen, werden die Fertigungsschritte vorzugsweise auf mehrere der oben unter a) bis c) genannten Prozeßfolgen in der Papierherstellung verteilt.

- Bei der Vor-Imprägnation und Fixierung können gelegentlich Probleme derart auftauchen, daß die Benetzung mit den
40 Tränklösungen mangelhaft ist. Dem kann dadurch abgeholfen werden, daß der Tränkungs Vorgang durch einen oder mehrere in die Tränklösung eingeführten Ultraschallgeber unterstützt wird, oder daß der Tränklösung eine geringe Tensidmenge zugefügt wird.

- Die Herstellung von Filterpapierschnipseln geschieht vorzugsweise durch Zerkleinerung von imprägniertem Filterpapier durch herkömmliche Maschinen zum Konfetti-Ausstanzen oder maschinelles Zerschneiden in Vorrichtungen wie
45 sog. Papierreißwölfen.

Entsorgung gebrauchter Filterpapiere

- Generell eignen sich die getrockneten gebrauchten Filterpapiere zur Pyrolyse mit Verbrennung der Pyrolysegase, wobei ggf. flüchtige Elemente bzw. Elementverbindungen wie z. B. Blei, Schwefel, Selen, Arsen, Quecksilber aus den Verbrennungsabgasen nach herkömmlichen Methoden entfernt werden können. Der kokskohlenstoffreiche Pyrolyserückstand kann als schwermetallangereicherter Rohstoff der thermisch-metallurgischen Rohstoff- und Energierückgewinnung zugeführt werden. Edelmetalle können auch im Cyanidlaugungsverfahren daraus extrahiert werden. Die Edelmetallrückgewinnung kann auch aus der bei der Filterpapierverbrennung verbleibenden Asche vorgenommen werden.

- 55 Wegen der generell aber niedrigen Schadstoffgehalte in den gebrauchten Filterpapieren ist es ggf. ökologisch sinnvoll, häusliche zur Trinkwasserreinigung eingesetzte Papierfilter dem Rest-Abfall zuzuschlagen.

Beispiele

- 60 I. Beispiele für die Herstellung und Wirksamkeit von mit Eisenoxiden imprägnierten Papierfiltern aus eisensalzhaltiger Precursor-Imprägnierung und laugehaltiger Fixiermittellösung

Beispiel 1

- 65 Herstellung und Anwendung eines mit Eisen-III-hydroxid imprägnierten Filterpapiers mit hoher Sorptionskapazität für Arsenverbindungen

Handelsübliche Kaffee-Filtertüten gemäß Fig. 1 Größe 2 werden in einer wäßrigen Lösung enthaltend 127 g Eisen-III-

chlorid-Hexahydrat je Liter Lösung getränkt, abtropfen lassen und anschließend im Freien getrocknet. Dabei kommt es bei den direkt der Sonne ausgesetzten Filtern überraschend zu einer deutlich mit dem Geruch wahrnehmbaren Chlorabspaltung unter Photo-Reduktion zu Eisen-II-chlorid und Weißfärbung. Im Schatten trocknen die Filter dagegen zu orangebraun gefärbten Filtern. Die abgekühlten nunmehr mit Eisen-III-chlorid (im Schatten) und Eisen-II-chlorid (sonnenbelichtet) beschichteten Filtertüten werden anschließend in eine wäßrige Lösung enthaltend 50 g Natriumhydroxid in 1 l Wasser getaucht und das gebildete Natriumchlorid aus den Filtertüten durch eine Wasserwäsche entfernt. Dabei färben sich die sonnenbelichteten mit Eisen-II-chlorid angereicherten weißen Stellen grauschwarz und die im Schatten verbliebenen orangebraunen Stellen braunrot. Die feuchten Filter werden wie vor getrocknet. Während des Trocknungsvorgangs wird das gebildete grauschwarze Eisen-II-hydroxid quantitativ in das braunrote Eisen-III-hydroxid umgesetzt, so daß nach abgeschlossener Trocknung optisch keine Unterschiede mehr zwischen sonnen- und schattentrockneten Filterpapierflächen mehr erkennbar sind.

Durch eine der so erhaltenen imprägnierten Filtertüten wird Leitungswasser als Rohwasser filtriert, das mit Arsen-III-oxid auf einen Arsengehalt von 4,5 µg je Liter angereichert wurde. Die Filtration geschieht, so daß 500 ml Wasser durch eine mittels handelsüblichem Filtertüten-Trichter gehaltene imprägnierte Filtertüte derart filtriert wird, daß die Tüte etwa zu 80% ihres Aufnahmevermögens mit dem Rohwasser gefüllt bleibt. Das Wasser ist bereits nach 2 min durch den Filter gelaufen. Das derart erhaltene Filtrat wird ein zweites Mal durch den gleichen Filter laufen gelassen.

Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch 3,1 µg Arsen je Liter. Dies entspricht einer Arsenreduktion von 31%.

Beispiel 2

Herstellung und Anwendung eines mit Eisen-III-hydroxid imprägnierten Filterpapiers mit hoher Sorptionskapazität für Arsenverbindungen

Eine gemäß Beispiel 1 hergestellte Filtertüte wird mit der Schere in 1 cm mal 1 cm große Stücke geschnitten und mit 250 ml Wasser, enthaltend 4,5 µg je Liter Arsen, 24 h lang geschüttelt und dann filtriert. Danach enthält das Reinwasser-Filtrat nunmehr noch 0,2 µg Arsen je Liter. Dies entspricht einer Arsenreduktion von 96%.

Beispiel 3

Herstellung und Anwendung eines mit Eisen-III-hydroxid imprägnierten Filterpapiers mit hoher Sorptionskapazität für Schwermetallverbindungen

Durch eine gemäß Beispiel 1 hergestellte Filtertüte werden 500 ml Leitungswasser als Rohwasser filtriert, das mit Kupfersulfat auf einen Kupfergehalt von 1910 µg je Liter, Nickelchlorid auf einen Nickelgehalt von 100 µg je Liter und Bleichlorid auf einen Bleigehalt von 120 µg je Liter angereichert wurde. Die Filtration geschieht so, daß 500 ml Wasser durch eine mittels handelsüblichem Filtertüten-Trichter gehaltene imprägnierte Filtertüte derart filtriert wird, daß die Tüte etwa zu 80% ihres Aufnahmevermögens mit dem Rohwasser gefüllt bleibt. Das Wasser ist bereits nach 2 min durch den Filter gelaufen. Das derart erhaltene Filtrat wird ein zweites Mal durch den gleichen Filter laufen gelassen.

Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch 1060 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 45%, 84 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 16%, 41 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 66%.

Beispiel 4

Herstellung und Anwendung eines mit Eisen-III-hydroxid imprägnierten Filterpapiers mit hoher Sorptionskapazität für Schwermetallverbindungen

Eine gemäß Beispiel 1 hergestellte Filtertüte wird mit der Schere in 1 cm mal 1 cm große Stücke geschnitten und mit 250 ml Wasser mit einem Schwermetallgehalt, gemäß Beispiel 3, 24 h lang geschüttelt und dann filtriert.

Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch < 1 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von > 99%, 2,6 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 97%, < 1 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von > 99%.

II. Beispiele für die Herstellung und Wirksamkeit von mit Eisenoxid imprägnierten Papierfiltern aus carbonatsalzhaltiger eisenfreier Precursor-Imprägnierung und eisensalzhaltiger Fixiermittellösung

Beispiel 5

Herstellung und Anwendung eines mit Eisen-III-hydroxid imprägnierten Filterpapiers mit hoher Sorptionskapazität für Arsenverbindungen

Handelsübliche Kaffee-Filtertüten gemäß Fig. 1 Größe 2 werden in einer wäßrigen Lösung enthaltend 100 g Natriumcarbonat je Liter Lösung getränkt, abtropfen lassen und anschließend im Freien getrocknet. Die abgetropften nunmehr

DE 198 34 916 A 1

mit Natriumcarbonat beschichteten Filtertüten werden anschließend in eine wäßrige Lösung, enthaltend 127 g Eisen-III-chlorid-Hexahydrat je Liter Lösung, getaucht und das gebildete Natriumchlorid aus den Filtertüten durch eine Wasserwäsche entfernt. Die feuchten Filter werden wie vor getrocknet.

5 Durch eine der so erhaltenen imprägnierten Filtertüten wird Leitungswasser als Rohwasser filtriert, das mit Arsen-III-oxid auf einen Arsengehalt von 4,5 µg je Liter angereichert wurde. Die Filtration geschieht so, daß 500 ml Wasser durch eine handelsüblichem Filtertüten-Trichter gehaltene imprägnierte Filtertüte derart filtriert wird, daß die Tüte etwa zu 80% ihres Aufnahmevermögens mit dem Rohwasser gefüllt bleibt. Das Wasser ist nach 4 min durch den Filter gelaufen. Das derart erhaltene Filtrat wird ein zweites Mal durch den gleichen Filter laufen gelassen.

10 Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch 1,5 µg Arsen je Liter. Dies entspricht einer Arsenreduktion von 66%.

Beispiel 6

15 Herstellung und Anwendung eines mit Eisen-III-hydroxid imprägnierten Filterpapiers mit hoher Sorptionskapazität für Arsenverbindungen

20 Eine gemäß Beispiel 5 hergestellte Filtertüte wird mit der Schere in 1 cm mal 1 cm große Stücke geschnitten und mit 250 ml Wasser, enthaltend 4,5 µg je Liter Arsen, 24 h lang geschüttelt und dann filtriert. Danach enthält das Reinwasser-Filtrat nunmehr noch 0,1 µg Arsen je Liter. Dies entspricht einem Arsenabbau von 98%.

Beispiel 7

25 Herstellung und Anwendung eines mit Eisen-III-hydroxid imprägnierten Filterpapiers mit hoher Sorptionskapazität für Schwermetallverbindungen

Durch eine gemäß Beispiel 5 hergestellte Filtertüte werden 500 ml Leitungswasser als Rohwasser filtriert, das mit Kupfersulfat auf einen Kupfergehalt von 1910 µg je Liter, Nickelchlorid auf einen Nickelgehalt von 100 µg je Liter und Bleichlorid auf einen Bleigehalt von 120 µg je Liter angereichert wurde. Die Filtration geschieht so, daß 500 ml Wasser durch eine mittels Krups-Filtertüten-Trichter gehaltene imprägnierte Filtertüte derart filtriert wird, daß die Tüte etwa zu 80% ihres Aufnahmevermögens mit dem Rohwasser gefüllt bleibt. Das Wasser ist nach 5 min durch den Filter gelaufen. Das derart erhaltene Filtrat wird ein zweites Mal durch den gleichen Filter laufen gelassen.

30 Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch 380 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 80%, 70 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 30%, 12 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 90%.

Beispiel 8

40 Herstellung und Anwendung eines mit Eisen-III-hydroxid imprägnierten Filterpapiers mit hoher Sorptionskapazität für Schwermetallverbindungen

45 Eine gemäß Beispiel 5 hergestellte Filtertüte wird mit der Schere in 1 cm mal 1 cm große Stücke geschnitten und mit 250 ml Wasser mit einem Schwermetallgehalt gemäß Beispiel 7, 24 h lang geschüttelt und dann filtriert.

Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch < 1 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von > 99%, 1,3 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 98%, < 1 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von > 99%.

50 III. Beispiele für die Herstellung und Wirksamkeit von mit Huminstoffen imprägnierten Papierfiltern aus erdalkalisalz-haltiger huminstofffreier Precursor-Imprägnierung und huminathaltiger Fixiermittellösung

Beispiel 9

55 Herstellung und Anwendung eines mit Calciumhuminat imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel

60 Handelsübliche Kaffee-Filtertüten gemäß Fig. 1 Größe 2 werden in einer wäßrigen Lösung enthaltend 146 g Calciumchlorid-Dihydrat je Liter getränkt und im Trockenschrank bei 60°C getrocknet. Danach werden die derart beschichteten Filtertüten in eine Lösung mit 30 g braunkohlestämmigem Natriumhuminat je Liter eingetaucht, abtropfen lassen, mit klarem Wasser mehrfach ausgespült und anschließend bei 70°C getrocknet. Unmittelbar vor dem Sorptionstest wurden die Filtertüten mit 250 ml dest. Wasser 30 min gewässert. Der erhaltene Extrakt zeigt keine farbliche Veränderung. Durch eine derart hergestellte Filtertüte werden 500 ml Leitungswasser als Rohwasser filtriert, das mit Kupfersulfat auf einen Kupfergehalt von 1910 µg je Liter, Nickelchlorid auf einen Nickelgehalt von 100 µg je Liter und Bleichlorid auf einen Bleigehalt von 120 µg je Liter angereichert worden war. Die Filtration geschieht so, daß 500 ml Wasser durch eine handelsüblichem Filtertüten-

DE 198 34 916 A 1

Trichter gehaltene imprägnierte Filtertüte derart filtriert wird, daß die Tüte etwa zu 80% ihres Aufnahmevermögens mit dem Rohwasser gefüllt bleibt. Das Wasser war erst nach 40 min durch den Filter gelaufen.

Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch
810 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 58%,
63 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 47%,
38 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 68%. 5

Beispiel 10

Herstellung und Anwendung eines mit Calciumhuminat imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel 10

Eine gemäß Beispiel 9 hergestellte Filtertüte wird mit der Schere in 1 cm mal 1 cm große Stücke geschnitten und mit 250 ml Wasser mit einem Schwermetallgehalt gemäß Beispiel 9 24 h lang geschüttelt und dann filtriert.

Das derart erhaltene ungefärbte Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch
70 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 96%,
2 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 98%,
3 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 97,5%. 15

Beispiel 11

20

Herstellung und Anwendung eines mit Calciumhuminat imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel

Handelsübliche Kaffee-Filtertüten gemäß Fig. 1 Größe 2 werden in einer wäßrigen Lösung enthaltend 146 g Calciumchlorid-Dihydrat je Liter getränkt und im Trockenschrank bei 60°C getrocknet. Danach werden die derart beschichteten Filtertüten in eine Lösung mit 10 g braunkohlestämmigem Natriumhuminat je Liter eingetaucht, abtropfen lassen, mit klarem Wasser mehrfach ausgespült und anschließend bei 70°C getrocknet. Unmittelbar vor dem Sorptionstest wurden die Filtertüten mit 250 ml dest. Wasser 30 min gewässert. Der erhaltene Extrakt zeigt keine farbliche Veränderung. 25

Durch eine derart hergestellte Filtertüte werden 500 ml Leitungswasser als Rohwasser filtriert, das mit Kupfersulfat auf einen Kupfergehalt von 1910 µg je Liter, Nickelchlorid auf einen Nickelgehalt von 100 µg je Liter und Bleichlorid auf einen Bleigehalt von 120 µg je Liter angereichert worden war. Die Filtration geschieht so, daß 500 ml Wasser durch eine mittels handelsüblichem Filtertüten-Trichter gehaltene imprägnierte Filtertüte derart filtriert wird, daß die Tüte etwa zu 80% ihres Aufnahmevermögens mit dem Rohwasser gefüllt bleibt. Das Wasser war erst nach 12 min durch den Filter gelaufen. 30

Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch
1390 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 27%,
84 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 16%,
76 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 37%. 35

Beispiel 12

Herstellung und Anwendung eines mit Calciumhuminat imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel 45

Eine gemäß Beispiel 11 hergestellte Filtertüte wird mit der Schere in 1 cm mal 1 cm große Stücke geschnitten und mit 250 ml Wasser mit einem Schwermetallgehalt gemäß Beispiel 11 24 h lang geschüttelt und dann filtriert.

Das derart erhaltene ungefärbte Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch
70 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 96%,
2 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 98%,
3 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 97,5%. 50

IV. Beispiele für die Herstellung und Wirksamkeit von mit Huminstoffen imprägnierten Papierfiltern aus huminathaltiger Precursor-Imprägnierung und erdalkalisalzhaltiger Fixiermittellösung 55

Beispiel 13

Herstellung und Anwendung eines mit Calciumhuminat imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel 60

Handelsübliche Kaffee-Filtertüten gemäß Fig. 1 Größe 2 werden in einer wäßrigen Lösung enthaltend 100 g Natriumhuminat je Liter getränkt und im Trockenschrank bei 60°C getrocknet. Danach werden die derart beschichteten Filtertüten in eine Lösung mit 146 g Calciumchlorid-Dihydrat je 1 kg wäßriger Lösung eingetaucht, abtropfen lassen, mit klarem Wasser zweifach ausgespült und anschließend bei 60°C getrocknet. Unmittelbar vor dem Sorptionstest wurden die Filtertüten mit dest. Wasser 30 min gewässert und der erhaltene braune Extrakt verworfen (in der Versuchswiederholung mit einer auf 15 min verlängerten Dauer der Fixiermittelwirkung kann die Ausblutung unzureichend fixierter Vorimprägnierung verhindert werden). Durch eine derart hergestellte Filtertüte werden 500 ml Leitungswasser als Rohwasser fil- 65

triert, das mit

Kupfersulfat auf einen Kupfergehalt von 1910 µg je Liter,
Nickelchlorid auf einen Nickelgehalt von 100 µg je Liter und
Bleichlorid auf einen Bleigehalt von 120 µg je Liter

- 5 angereichert worden war. Die Filtration geschieht so, daß 500 ml Wasser durch eine mittels handelsüblichem Filtertüten-
Trichter gehaltene imprägnierte Filtertüte derart filtriert wird, daß die Tüte etwa zu 80% ihres Aufnahmevermögens mit
dem Rohwasser gefüllt bleibt. Das Wasser war erst nach 40 min durch den Filter gelaufen und ist braun gefärbt.

- Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch
860 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 55%,
10 35 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 65%,
48 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 60%.

Beispiel 14

- 15 Herstellung und Anwendung eines mit Calciumhuminat imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die
Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel

Eine gemäß Beispiel 13 hergestellte Filtertüte wird mit der Schere in 1 cm mal 1 cm große Stücke geschnitten und mit
250 ml Wasser mit einem Schwermetallgehalt gemäß Beispiel 13 24 h lang geschüttelt und dann filtriert.

- 20 Das derart erhaltene braun gefärbte Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch
60 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 97%,
8,5 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 91,5%,
3 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 97,5%.

- 25 Beispiel 15

Herstellung und Anwendung eines mit Calciumhuminat imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die
Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel

- 30 Handelsübliche Kaffee-Filtertüten gemäß Fig. 1 Größe 2 werden in einer wäßrigen Lösung enthaltend 50 g Natrium-
huminat je Liter getränkt und im Trockenschrank bei 60°C getrocknet. Danach werden die derart beschichteten Filtertü-
ten in eine Lösung mit 146 g Calciumchlorid-Dihydrat je 1 kg wäßriger Lösung eingetaucht, abtropfen lassen, mit kla-
rem Wasser zweifach ausgespült und anschließend bei 60°C getrocknet. Unmittelbar vor dem Sorptionstest wurden die
Filtertüten mit dest. Wasser 30 min gewässert und der erhaltene braune Extrakt verworfen.

- 35 Durch eine derart hergestellte Filtertüte werden 500 ml Leitungswasser als Rohwasser filtriert, das mit
Kupfersulfat auf einen Kupfergehalt von 1910 µg je Liter,
Nickelchlorid auf einen Nickelgehalt von 100 µg je Liter und
Bleichlorid auf einen Bleigehalt von 120 µg je Liter
angereichert worden war. Die Filtration geschieht so, daß 500 ml Wasser durch eine mittels handelsüblichem Filtertüten-
40 Trichter gehaltene imprägnierte Filtertüte derart filtriert wird, daß die Tüte etwa zu 80% ihres Aufnahmevermögens mit
dem Rohwasser gefüllt bleibt. Das Wasser war nach 10 min durch den Filter gelaufen und ist hellbraun gefärbt.

- Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch
1410 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 26%,
87 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 13%,
45 78 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 35%.

Beispiel 16

- 50 Herstellung und Anwendung eines mit Calciumhuminat imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die
Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel

Eine gemäß Beispiel 15 hergestellte Filtertüte wird mit der Schere in 1 cm mal 1 cm große Stücke geschnitten und mit
250 ml Wasser mit einem Schwermetallgehalt gemäß Beispiel 15 24 h lang geschüttelt und dann filtriert.

- Das derart erhaltene braun gefärbte Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch
55 80 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 96%,
4 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 96%,
5 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 96%.

- IV. Beispiele für die Herstellung und Wirksamkeit von mit Huminstoffen imprägnierten Papierfiltern aus huminathaltiger
60 Precursor-Imprägnierung und säurehaltiger Fixiermittellösung

Beispiel 17

- Herstellung und Anwendung eines mit Huminsäure imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die Schwer-
65 metallen Blei, Kupfer und Nickel

Handelsübliche Kaffee-Filtertüten gemäß Fig. 1 Größe 2 werden in einer wäßrigen Lösung, enthaltend 100 g Natri-
umhuminat je Liter, getränkt und im Trockenschrank bei 60°C getrocknet. Danach werden die derart beschichteten Fil-

DE 198 34 916 A 1

tertüten in eine Lösung mit 85 g Phosphorsäure pro l wäßriger Lösung eingetaucht, abtropfen lassen, mit klarem Wasser zweifach ausgespült und anschließend bei 60°C getrocknet. Unmittelbar vor dem Sorptionstest wurden die Filtertüten mit dest. Wasser 30 min gewässert und der erhaltene braune Extrakt verworfen.

Durch eine derart hergestellte Filtertüte werden 500 ml Leitungswasser als Rohwasser filtriert, das mit Kupfersulfat auf einen Kupfergehalt von 1910 µg je Liter, Nickelchlorid auf einen Nickelgehalt von 100 µg je Liter und Bleichlorid auf einen Bleigehalt von 120 µg je Liter angereichert worden war. Die Filtration geschieht so, daß 500 ml Wasser durch eine mittels handelsüblichem Filtertüten-Trichter gehaltene imprägnierte Filtertüte derart filtriert wird, daß die Tüte etwa zu 80% ihres Aufnahmevermögens mit dem Rohwasser gefüllt bleibt. Das Wasser war erst nach 40 min durch den Filter gelaufen und ist braun gefärbt. Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch 990 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 48%, 74 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 26%, 43 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 64%.

Beispiel 18

Herstellung und Anwendung eines mit Huminsäure imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel

Eine gemäß Beispiel 17 hergestellte Filtertüte wird mit der Schere in 1 cm mal 1 cm große Stücke geschnitten und mit 250 ml Wasser mit einem Schwermetallgehalt gemäß Beispiel 18 24 h lang geschüttelt und dann filtriert.

Das derart erhaltene braun gefärbte Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch 60 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 97%, 8,5 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 91,5%, 3 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 97,5%.

Beispiel 19

Herstellung und Anwendung eines mit Huminsäure imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel

Handelsübliche Kaffee-Filtertüten gemäß Fig. 1 Größe 2 werden in einer wäßrigen Lösung, enthaltend 50 g Natriumhuminat je Liter, getränkt und im Trockenschrank bei 60°C getrocknet. Danach werden die derart beschichteten Filtertüten in eine Lösung mit 85 g Phosphorsäure in 1 l wäßriger Lösung eingetaucht, abtropfen lassen, mit klarem Wasser zweifach ausgespült und anschließend bei 60°C getrocknet. Unmittelbar vor dem Sorptionstest wurden die Filtertüten mit dest Wasser 30 min gewässert und der erhaltene braune Extrakt verworfen.

Durch eine derart hergestellte Filtertüte werden 500 ml Leitungswasser als Rohwasser filtriert, das mit Kupfersulfat auf einen Kupfergehalt von 1910 µg je Liter, Nickelchlorid auf einen Nickelgehalt von 100 µg je Liter und Bleichlorid auf einen Bleigehalt von 120 µg je Liter angereichert worden war. Die Filtration geschieht so, daß 500 ml Wasser durch eine mittels handelsüblichem Filtertüten-Trichter gehaltene imprägnierte Filtertüte derart filtriert wird, daß die Tüte etwa zu 80% ihres Aufnahmevermögens mit dem Rohwasser gefüllt bleibt. Das Wasser war erst nach 40 min durch den Filter gelaufen und ist braun gefärbt.

Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch 1150 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 40%, 86 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 14%, 40 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 33%.

Beispiel 20

Herstellung und Anwendung eines mit Huminsäure imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel

Eine gemäß Beispiel 19 hergestellte Filtertüte wird mit der Schere in 1 cm mal 1 cm große Stücke geschnitten und mit 250 ml Wasser mit einem Schwermetallgehalt gemäß Beispiel 18 24 h lang geschüttelt und dann filtriert.

Das derart erhaltene braun gefärbte Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch 80 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 58%, 3 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 87%, 3 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 97,5%.

Beispiel 21

Herstellung und Anwendung eines mit Huminsäure imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel

Handelsübliche Kaffee-Filtertüten gemäß Fig. 1 Größe 2 werden in einer wäßrigen Lösung enthaltend 85 g Phosphorsäure pro l getränkt und im Trockenschrank bei 60°C getrocknet. Danach werden die derart beschichteten Filtertüten in

DE 198 34 916 A 1

eine Lösung mit 10g Natriumhuminat je Liter wäßriger Lösung eingetaucht, abtropfen lassen, mit klarem Wasser zweifach ausgespült und anschließend bei 60°C getrocknet. Unmittelbar vor dem Sorptionstest wurden die Filtertüten mit dest. Wasser 30 min gewässert; der erhaltene Extrakt war ungefärbt.

- Durch eine derart hergestellte Filtertüte werden 500 ml Leitungswasser als Rohwasser filtriert, das mit
- 5 Kupfersulfat auf einen Kupfergehalt von 1910 µg je Liter,
Nickelchlorid auf einen Nickelgehalt von 100 µg je Liter und
Bleichlorid auf einen Bleigehalt von 120 µg je Liter
angereichert worden war. Die Filtration geschieht so, daß 500 ml Wasser durch eine mittels handelsüblichem Filtertuten-
Trichter gehaltene Imprägnierte Filtertüte derart filtriert wird, daß die Tüte etwa zu 80% ihres Aufnahmevermögens mit
- 10 dem Rohwasser gefüllt bleibt. Das Wasser war erst nach 40 min durch den Filter gelaufen und ist braun gefärbt.
Das derart erhaltene Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch
1184 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 38%,
84 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 16%,
79 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 34%.

15

Beispiel 22

Herstellung und Anwendung eines mit Huminsäure imprägnierten Filterpapiers mit Sorptionskapazität für die Schwermetallionen Blei, Kupfer und Nickel

20

Eine gemäß Beispiel 21 hergestellte Filtertüte wird mit der Schere in 1 cm mal 1 cm große Stücke geschnitten und mit 250 ml Wasser mit einem Schwermetallgehalt gemäß Beispiel 18 24 h lang geschüttelt und dann filtriert.

Das derart erhaltene ungefärbte Reinwasser-Filtrat enthält nunmehr noch

- 80 µg Kupfer je Liter, entsprechend einer Kupferreduktion von 58%,
- 25 13 µg Nickel je Liter, entsprechend einer Nickelreduktion von 87%,
3 µg Blei je Liter, entsprechend einer Bleireduktion von 97,5%.

30

35

40

45

50

55

60

65

Tabelle 2 Zusammenfassung von Herstellungsparametern und Eigenschaften der in den Beispielen erzeugten Filterpapiere

Beispiel Nr.	Inhaltsstoff / Stoffgehalt Tränklösung Vor-Imprägnierung	Inhaltsstoff / Stoffgehalt Fixierbad	Imprägnierung	Reduktion durch Filtration in %				Wasser- extrakt- Farbe Filterpapier	Filtrationsdauer, min
				Kupfer	Nickel	Blei	Arsen		
1 bis 4	FeCl ₃ ×6H ₂ O 127 g/l	NaOH 50 g/l	Fe(OH) ₃	45	16	66	31	-	2
5 bis 8	Na ₂ CO ₃ 100 g/l	FeCl ₃ ×6H ₂ O 127 g/l	Fe(OH) ₃	80	30	90	66	-	6
13 bis 14	Na-Huminat 100 g/kg	CaCl ₂ ×2H ₂ O 146 g/l	Ca-Huminat	55	65	60	nb	braun	40
15 bis 16	Na-Huminat 50 g/kg	CaCl ₂ ×2H ₂ O 146 g/l	Ca-Huminat	26	13	35	nb	braun	10
9 bis 10	CaCl ₂ ×2H ₂ O 146 g/l	Na-Huminat 30 g/kg	Ca-Huminat	58	47	68	nb	-	40
11 bis 12	CaCl ₂ ×2H ₂ O 146 g/l	Na-Huminat 10 g/kg	Ca-Huminat	27	16	37	nb	-	12
17 bis 18	Na-Huminat 100 g/kg	H ₃ PO ₄ 85 g/kg	Huminsäure	48	26	64	nb	braun	40
19 bis 20	Na-Huminat 50 g/kg	H ₃ PO ₄ 85 g/kg	Huminsäure	40	14	33	nb	braun	10
21 bis 22	H ₃ PO ₄ 85 g/kg	Na-Huminat 10 g/kg	Huminsäure	38	16	34	nb	-	10

nb: nicht bestimmt

1. Filterpapier zur Wasserreinigung, enthaltend mindestens einen der Stoffe aus den Stoffgruppen der hydroxylgruppenhaltigen bis hydroxylgruppenfreien Oxide des Eisens, Mangans und Aluminiums, langkettigen Carboxylsäuren, langkettigen Carboxylate, Huminsäuren und Huminate als sorptionswirksame Komponente, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stoffe als sorptionswirksame Imprägnation des Filterpapiers vorliegen.
2. Verfahren zur Herstellung des Filterpapiers zur Wasserreinigung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Herstellung des Filterpapiers in eine oder mehrere Fertigungsstufen der Papierfertigung integriert ist und/oder mit fertig hergestellten Papierbahnen durchgeführt wird und/oder mit fertig geschnittenen, geformten oder geklebten Papierhalb- und/oder Fertigfabrikaten durchgeführt wird.
3. Verfahren zur Herstellung des Filterpapiers zur Wasserreinigung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die sorptionswirksame Imprägnation des Filterpapiers einschließlich seiner Faserbestandteile die Prozeßfolge
 - a) Lösungsauftrag und daran anschließende Lösungsmittelentfernung zur Herstellung einer Vor-Imprägnierung umfaßt, wobei der Schritt Lösungsentfernung nicht in allen Anwendungsfällen notwendig zur Durchführung ist, und
 - b) chemische Umwandlung der Vor-Imprägnierung mittels einem oder mehreren fluiden Fixiermitteln und daran anschließende Lösungsmittelentfernung mit dem Ergebnis der sorptionswirksamen Imprägnation umfaßt, wobei der Schritt Lösungsentfernung nicht in allen Anwendungsfällen notwendig zur Durchführung ist.
4. Verfahren zur Herstellung des Filterpapiers zur Wasserreinigung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die sorptionswirksame Imprägnation enthaltend die Stoffgruppe der langkettigen Carboxylsäuren durch Auftrag eines oder mehrerer in organischen Lösungsmitteln gelösten langkettigen Carboxylsäuren und daran anschließende Lösungsmittelentfernung zur Herstellung einer Vor-Imprägnierung hergestellt wird.
5. Verfahren zur Herstellung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die chemische Umsetzung des Fixiermittels mit der in einem lösungsmittelabgereicherten bis festen Aggregatzustand vorliegenden Vor-Imprägnierung durchgeführt wird.
6. Verfahren zur Herstellung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Fixiermittel während der chemischen Umsetzung mit der Vor-Imprägnierung in einer flüssigen oder in einer Gasphase vorliegt.
7. Verfahren zur Herstellung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Auftrag der Imprägnierung aus einer flüssigen, gasförmigen oder überkritischen Fluidphase erfolgt.
8. Verfahren zur Herstellung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Umwandlung der Vor-Imprägnierung und/oder der Imprägnierung aus der wasserhaltigen gequollenen weichen Phase in die geschrumpfte feste Phase durch Trocknen und/oder durch die Anwendung von Wasserbindemitteln geschieht.
9. Verfahren zur Herstellung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Vor-Imprägnierung mindestens einen Stoff enthält aus den Stoffgruppen
 - Carbonatsalze
 - Eisensalze
 - Mangansalze
 - Aluminiumsalze
 - Erdalkalisalze
 - Laugen
 - Säuren
 - Reduktionsmittel
 - Huminate
 - langkettige Carboxylate
 - langkettige Carboxylsäuren.
10. Verfahren zur Herstellung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Fixiermittel mindestens einen Stoff enthält aus den Stoffgruppen
 - Carbonatsalze
 - Eisensalze
 - Mangansalze
 - Aluminiumsalze
 - langkettige Carboxylate
 - langkettige Carboxylsäuren
 - Huminate
 - Laugen
 - Säuren
 - Reduktionsmittel
 - Oxidationsmittel.
11. Verwendung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Wasserreinigung und/oder Edelmetallgewinnung aus wäßrigen Phasen eingesetzt wird.
12. Verwendung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß es in der Form von Filterpapiertüten in dafür vorgesehenen Filtertütenhaltern oder anderweitigen Vorrichtungen zur Wasserreinigung für den privaten, gewerblichen, industriellen oder sonstigen Gebrauch eingesetzt wird.
13. Verwendung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß es in der Form von Filterpapierschnipseln die mit dem Wasser vermischt werden, zur Wasserreinigung für den menschlichen Gebrauch eingesetzt wird.
14. Verwendung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß es in Festbettfiltern in der

DE 198 34 916 A 1

Wasserreinigung zur Anwendung kommt.

15. Verwendung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß es in der Form von eingestaustem gestapeltem Filterpapier oder eingestausten Filterpapierschnipseln als Festbettfilter in der Wasserreinigung zur Anwendung kommt.

16. Verwendung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß es als Festbettfilter in der Wasserreinigung zur Anwendung kommt, die entweder in zusätzlich für andere Zwecke nutzbare oder allein für diesen Zweck konstruierten Vorrichtungen eingelegt ist, die an den Wasserhahnauslauf anschraubbar sind. 5

17. Verwendung des Filterpapiers nach Anspruch 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß es in der Form von eingestausten Filterpapierwickeln als Festbettfilter in der Wasserreinigung zur Anwendung kommt, die parallel zur Papieroberfläche und/oder durch das Papier durchströmt werden. 10

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

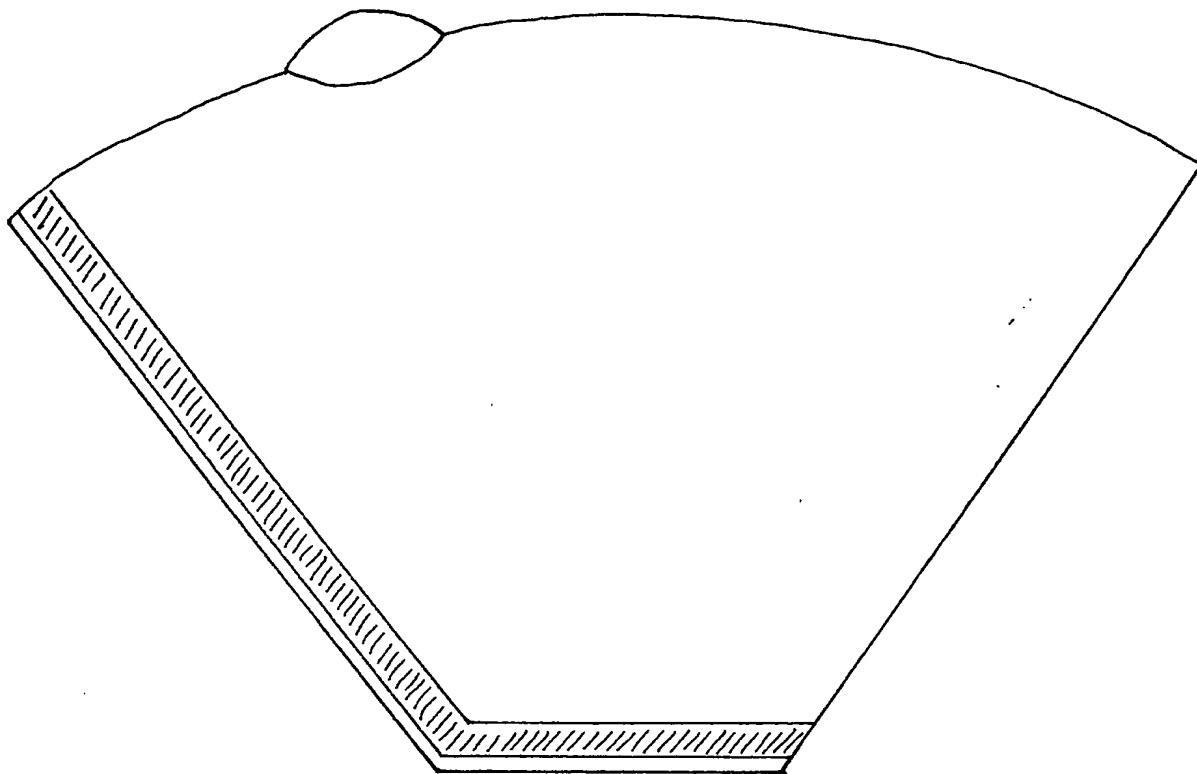


Fig. 2

